

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2006/305131

International filing date: 15 March 2006 (15.03.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2005-350487  
Filing date: 05 December 2005 (05.12.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 13 April 2006 (13.04.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP 2006/305131

PC-10032

7/7

24.3.2006

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2005年12月 5日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2005-350487

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

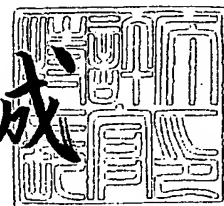
J P 2005-350487

出 願 人  
Applicant(s): ヤマハ株式会社

2006年 3月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋 誠



出証番号 出証特2006-3017040

【書類名】 特許願  
【整理番号】 C33047  
【提出日】 平成17年12月 5日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G01R 33/09  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 10番1号 ヤマハ株式会社内  
    【氏名】 内藤 寛  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 10番1号 ヤマハ株式会社内  
    【氏名】 佐藤 秀樹  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004075  
    【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100064908  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 志賀 正武  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100089037  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 渡邊 隆  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 008707  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9001626

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

基板上に形成された段差形成部を有する絶縁膜と、  
前記絶縁膜に形成され、第一の斜面、および該第一の斜面に連続して形成され、前記第一の斜面よりも前記基板表面に対して急峻な角度を有する第二の斜面から構成される山部および溝部と、  
前記第二の斜面に配置された磁気抵抗素子と、を備えたことを特徴とする磁気センサ。

**【請求項 2】**

基板上に絶縁膜を形成し、  
前記絶縁膜をエッチングして、第一の斜面、および該第一の斜面に連続して形成され、前記第一の斜面よりも前記基板表面に対して急峻な角度を有する第二の斜面から構成される山部および溝部を形成する工程と、  
前記第二の斜面と前記絶縁膜の平坦面に、磁気抵抗素子を形成する工程とを有することを特徴とする磁気センサの製造方法。

**【請求項 3】**

基板の最上層の配線層上に、この配線層を覆うとともに平坦面を形成する平坦化層を形成し、この上にパッシベーション膜を成膜した後、  
この上に厚膜を形成し、さらにこの厚膜上にレジスト膜を形成し、  
このレジスト膜のうち、一部を除去し、残ったレジスト膜に加熱処理を施して、レジスト膜の側面を傾斜面となし、  
次いで、レジスト膜と厚膜とを、そのエッチング選択比がほぼ 1 : 1 となるエッチング条件でエッチングして、厚膜に溝を形成し、  
次に、厚膜の平坦面と、溝の斜面をなす第二の斜面、ならびに、頂部または底部に巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部を形成し、この上に巨大磁気抵抗素子膜を成膜した後、基板をマグネットアレイ上に置いて熱処理を施し、  
次いで、巨大磁気抵抗素子膜の一部をエッチングにより除去して、厚膜の平坦面、および、溝の斜面のうち上記パッシベーション膜側の第二の斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成し、この上に保護膜を成膜することを特徴とする磁気センサの製造方法。

**【請求項 4】**

基板の最上層の配線層上に、この配線層を覆うとともに平坦面を形成する平坦化層を形成し、この上にパッシベーション膜を成膜した後、  
この上に厚膜を形成して、この厚膜に溝を形成し、  
次に、厚膜の平坦面と、溝の斜面をなす第二の斜面、ならびに、頂部または底部に巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部を形成し、この上に巨大磁気抵抗素子膜を成膜し、  
次いで、巨大磁気抵抗素子膜の一部をエッチングにより除去して、厚膜の平坦面、および、溝の斜面のうち上記パッシベーション膜側の第一の面に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成し、この上に保護膜を成膜することを特徴とする磁気センサの製造方法。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】磁気センサおよびその製造方法

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、磁気センサの製造方法に関し、特に1枚の基板に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置し、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気センサを得るようにしたものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

本出願人は、既に特開2004-6752号公報により、1枚の基板上に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置してなり、三軸方向の磁界の強さを測定することができる磁気センサを提案している。

## 【0003】

この先行発明では、シリコン基板に溝を形成し、この溝の斜面にZ軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置し、基板平坦面にX軸検知用の巨大磁気抵抗素子とY軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置したもので、小型化が可能なものである。

また、これに引き続いて、基板上に酸化ケイ素からなる山部を形成し、この山部の斜面にZ軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置し、基板の平坦面にX軸検知用の巨大磁気抵抗素子とY軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置した三軸磁気センサを提案している。

## 【0004】

また、これに関連して、基板上に1以上の溝あるいは堤状の突起部を並列して形成し、これらの溝または突起部の斜面に巨大磁気抵抗素子を設け、これら巨大磁気抵抗素子によりZ軸方向の磁界の強さを計測し、一方基板の平坦面にX軸方向およびY軸法の感知軸を有する2以上の巨大磁気抵抗素子を設け、これら巨大磁気抵抗素子によって、三軸方向の磁界の強さを計測できる三軸磁気センサについても、特許出願している。

## 【0005】

この先行発明にあつては、上記溝または突起部の形成を以下のようにして行っている。

まず、基板上に酸化ケイ素などからなる厚膜を形成し、この厚膜上にレジスト膜を設ける。ついで、このレジスト膜のうち、溝となる部分あるいは突起部の底部となる部分に相当する部分を除去して、レジストパターンを形成する。

## 【0006】

ついで、レジストパターンが形成されたレジスト膜に加熱処理を施し、レジスト膜の端面を傾斜面とする。

こののち、レジストと酸化ケイ素とのエッチング速度比がほぼ1:1となるようなエッチング条件でプラズマエッチングを施し、レジスト膜と厚膜を同時にエッチングして、厚膜に溝となる凹部あるいは突起部の底部となる凹部を形成する方法である。

## 【0007】

ところが、このようにレジストに加熱処理を施して得た傾斜面は上に凸形状となるため、このような形状レジストをマスクにしたエッチングでは、厚膜の斜面の傾斜を均一にすることが困難である。

## 【0008】

このため、溝または突起部の同一斜面内の上と下では、傾斜角度が異なったものとなり、巨大磁気抵抗素子の上下方向の配置箇所によっては、X、Y、Z各成分の出力が異なるものとなり、特性の劣ったものとなる。

【特許文献1】特開2004-6752号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

本発明は、これら先行発明の延長線上にあるもので、同様に一枚の基板に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置し、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気セン

サを得ることにあり、特に巨大磁気抵抗素子を配置する斜面の上下方向の位置を特定することで、各素子を同じ傾斜角度の斜面に配置するとともに、各成分の出力を大きくすることができ、特性の良好な巨大磁気抵抗素子を設ける点にある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

かかる課題を解決するため、

請求項1にかかる発明は、基板上に形成された段差形成部を有する絶縁膜と、前記絶縁膜に形成され、第一の斜面、および該第一の斜面に連続して形成され、前記第一の斜面よりも前記基板表面に対して急峻な角度を有する第二の斜面から構成される山部および溝部と、

前記第二の斜面に配置された磁気抵抗素子と、を備えたことを特徴とする磁気センサである。

【0011】

請求項2にかかる発明は、基板上に絶縁膜を形成し、

前記絶縁膜をエッチングして、第一の斜面、および該第一の斜面に連続して形成され、前記第一の斜面よりも前記基板表面に対して急峻な角度を有する第二の斜面から構成される山部および溝部を形成する工程と、

前記第二の斜面と前記絶縁膜の平坦面に、磁気抵抗素子を形成する工程とを有することを特徴とする磁気センサの製造方法である。

【0012】

請求項3にかかる発明は、基板の最上層の配線層上に、この配線層を覆うとともに平坦面を形成する平坦化層を形成し、この上にパッシベーション膜を成膜した後、

この上に厚膜を形成し、さらにこの厚膜上にレジスト膜を形成し、

このレジスト膜のうち、一部を除去し、残ったレジスト膜に加熱処理を施して、レジスト膜の側面を傾斜面となし、

次いで、レジスト膜と厚膜とを、そのエッチング選択比がほぼ1:1となるエッチング条件でエッチングして、厚膜に溝を形成し、

次に、厚膜の平坦面と、溝の斜面をなす第二の斜面、ならびに、頂部または底部に巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部を形成し、この上に巨大磁気抵抗素子膜を成膜した後、基板をマグネットアレイ上に置いて熱処理を施し、

次いで、巨大磁気抵抗素子膜の一部をエッチングにより除去して、厚膜の平坦面、および、溝の斜面のうち上記パッシベーション膜側の第二の斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成し、この上に保護膜を成膜することを特徴とする磁気センサの製造方法である。

【0013】

請求項4にかかる発明は、基板の最上層の配線層上に、この配線層を覆うとともに平坦面を形成する平坦化層を形成し、この上にパッシベーション膜を成膜した後、

この上に厚膜を形成して、この厚膜に溝を形成し、

次に、厚膜の平坦面と、溝の斜面をなす第二の斜面、ならびに、頂部または底部に巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部を形成し、この上に巨大磁気抵抗素子膜を成膜し、

次いで、巨大磁気抵抗素子膜の一部をエッチングにより除去して、厚膜の平坦面、および、溝の斜面のうち上記パッシベーション膜側の第二の斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成し、この上に保護膜を成膜することを特徴とする磁気センサの製造方法である。

【発明の効果】

【0014】

請求項1に記載の発明によれば、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気センサを得ることができる。

【0015】

請求項2ないし4に記載の発明によれば、溝の形成と、この溝の斜面への巨大磁気抵抗素子の形成と、ビア部およびパッド部の形成が一連のプロセスとして行えることになる。また、厚膜に形成される溝の斜面のうち、パッシベーション膜側の第一の面に巨大磁気抵

抗素子膜の帯状部を設けることにより、帯状部の表面は、より均一な平坦面をなす。したがって、このような斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部が設けられた磁気センサを、Z軸センサの感知軸の向きが揃った、感度の高いものとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

(磁気センサ)

図1は、本発明の磁気センサの製造方法によって得られる磁気センサの一例を模式的に示すものであり、基板上の巨大磁気抵抗素子の配置を示すものである。

図1において、符号1は基板を示す。この基板1は、シリコンなどの半導体基板に磁気センサの駆動回路、信号処理回路などの半導体集積回路、配線層などが予め形成されており、この上に平坦化膜、パッシベーション膜、酸化ケイ素膜などからなる厚膜が順次積層されたものであり、これらの各膜は図示を省略してある。

【0017】

この基板1の厚膜上には、X軸センサ2と、Y軸センサ3と、Z軸センサ4とが設けられている。X軸センサ2は、図1に示した座標軸において、X方向に、Y軸センサ3は、同じくY方向に、Z軸センサ4は、同じくZ方向に感知軸を有するものである。

X軸センサ2は、4個の巨大磁気抵抗素子2a、2b、2c、2dから構成され、Y軸センサ3は、4個の巨大磁気抵抗素子3e、3f、3g、3hから構成され、Z軸センサ4は、4個の巨大磁気抵抗素子4i、4j、4k、4lから構成されている。

【0018】

X軸センサ2をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、巨大磁気抵抗素子2a、2bは、基板1のほぼ中央部に並んで設けられ、残りの2個の巨大磁気抵抗素子2c、2dは、これらからやや離れた基板1の端部に互い並んで、巨大磁気抵抗素子2a、2bと対峙するように設けられている。

【0019】

Y軸センサ3をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、巨大磁気抵抗素子3e、3fは、基板1の一方の端部側に配され、残りの2個の巨大磁気抵抗素子3g、3hは、基板1の他方の端部側に互いに並んで、巨大磁気抵抗素子3e、3fと対峙するように配置されている。

【0020】

Z軸センサ4をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、2個の巨大磁気抵抗素子4k、4lは、巨大磁気抵抗素子3e、3fに近い位置に互いに並んで配され、残りの2個の巨大磁気抵抗素子4i、4jは、巨大磁気抵抗素子2a、2bからやや離れた位置に互いに並んで配置されている。

【0021】

これらの巨大磁気抵抗素子は、基本的には従来の巨大磁気抵抗素子と同様のもので、この例では図2に示すように、4個の帯状部5、5、5、5と、これらの帯状部5、5、5、5を電氣的に直列に接続する3個のバイアス磁石部6、6、6とから構成されている。

帯状部5は、巨大磁気抵抗素子の本体をなす部分であり、細長い帯状の平面形状をなすものである。

【0022】

帯状部5は、磁化の向きが所定の向きに固定されたピンド層と、磁化の向きが外部磁界の向きに応じて変化するフリー層を備えたもので、具体的にはフリー層上に導電性のスペーサ層、ピンド層、キャッピング層を順次積層してなる多層金属薄膜積層物から構成されている。

【0023】

フリー層としては、例えば、コバルト-ジルコニウム-ニオブのアモルファス磁性層とニッケル-鉄の磁性層とコバルト-鉄の磁性層との三層からなるものが用いられる。スペーサ層としては、例えば、銅からなるものが用いられる。ピンド層としては、例えば、コバルト-鉄の強磁性層と白金-マンガンの反磁性層との二層からなるものが用いられる。

キャピング層としては、例えば、タンタルからなるものが用いられる。

#### 【0024】

バイアス磁石部 6 は、4 個の帯状部 5、5、5、5 を電氣的に直列に接続するとともに、帯状部 5 の磁気特性を整えるためのバイアス磁界を帯状部 5 に印加するためのものである。また、このバイアス磁石部 6 は、例えば、コバルト-白金-クロム層とクロム層との二層からなる薄膜金属積層物から構成されている。

#### 【0025】

基板 1 の平坦面に設けられた X 軸センサ 2 および Y 軸センサ 3 をなす巨大磁気抵抗素子 2 a、2 b、2 c、2 d、3 e、3 f、3 g、3 h についての構造は、図 2 に示すように、4 個の帯状部 5、5、5、5 と、3 個のバイアス磁石部 6、6、6 とから構成されている。4 個の帯状部 5、5、5、5 のうち、両外側の 2 個の帯状部 5、5 のバイアス磁石部 6 が接続されていない端部には配線層 7、7 が接続され、この配線層 7、7 は、図示しないビア部に接続されている。

#### 【0026】

図 3 ないし図 7 は、Z 軸センサ 4 をなす 4 個の巨大磁気抵抗素子のうち、巨大磁気抵抗素子 4 i、4 j の構造を示すものである。他の巨大磁気抵抗素子 4 k、4 l は、巨大磁気抵抗素子 4 i、4 j と同様の構造となっているので、これについては説明を省略する。

#### 【0027】

図 3 は、巨大磁気抵抗素子 4 i、4 j の概略平面図であり、図 4 は、図 3 において破断線 I V-I V で切断した概略断面図であり、図 5 は、図 4 中の破線で囲んだ部分を拡大した断面図であり、図 6 は、巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 とバイアス磁石部 6 の配置状態を模式的に示した斜視図である。

#### 【0028】

図 4 において、符号 1 は基板を示し、符号 11 は基板 1 上に堆積された酸化ケイ素などからなる厚膜を示す。

この厚膜 11 には、この厚膜 11 を部分的に削り取って形成された 4 個の V 字状の溝 8、8、8、8 が互いに並んで平行に設けられている。

#### 【0029】

この溝 8 は、その深さが  $3\mu\text{m} \sim 8\mu\text{m}$ 、長さが  $200\mu\text{m} \sim 400\mu\text{m}$  とされる細長い形状の凹部となっており、その斜面の幅が  $3\mu\text{m} \sim 16\mu\text{m}$  となっている。

また、溝 8 の斜面は、上半分の第一の斜面 8 A、8 E、8 G、・・・と、下半分の第二の斜面 8 B、8 D、8 H、・・・を有しており、それぞれ傾斜角度は異なっている。いずれも、斜面と厚膜 11 の表面とのなす角度は  $60 \sim 80$  度であるが、このうち第二の斜面の方が、第一の斜面より急峻となっている。

なお、図 4 では、溝の第一の斜面および第二の斜面を平坦面として描いているが、実際には製造プロセス上、外方に向けてやや張り出した湾曲面となっている。

#### 【0030】

また、図 5 に示すように、溝 8 の斜面は、例えば、第二の斜面 8 D と窒化ケイ素膜 34 とのなす角、すなわち、第二の斜面 8 D と上記の基板 1 とのなす角を  $\theta_1$  ( $0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ )、第一の斜面 8 E と窒化ケイ素膜 34 とのなす角、すなわち、第一の斜面 8 E と上記の基板 1 とのなす角を  $\theta_2$  ( $0^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ ) とすると、 $\theta_1 > \theta_2$  の関係を満たすような形状をなしている。

そして、基板 1 とのなす角  $\theta_1$  が大きい第二の斜面 8 D に巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 が設けられている。

このように、基板 1 とのなす角を  $\theta_1$  が大きい第二の斜面 8 D に巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 を設けることにより、Z 軸センサを感知軸の向きが揃った、感度の高いものとすることができる。

#### 【0031】

また、これらの溝 8、8、8、8 の互いに隣接する 8 つの斜面のうち、下半分となる第二の斜面に、斜面の長手方向に沿い、かつ斜面の中央部分の平坦性が良好な位置に、8 個



の巨大磁気抵抗素子の帯状部 5、5、5、5 が設けられている。

また、これら 8 つの第二の斜面の内、斜面 8 B に形成された帯状部 5 の一方の端部から溝 8 の底部 8 C を経て隣の斜面 8 D に形成された帯状部 5 の一方の端部にかけてバイアス磁石部 6 が設けられて、電氣的に接続されている。

【0032】

また、図 3 に示すように、斜面 8 D に形成された帯状部 5 の他方の端部から溝 8 の頂部 8 F を跨ぐようにして隣の斜面 8 H に形成された帯状部 5 の一方の端部にかけてバイアス磁石部 6 が設けられて、電氣的に接続されている。

さらに、斜面 8 H に形成された帯状部 5 の他方の端部から溝 8 の底部 8 I を経て隣の斜面 8 J に形成された帯状部 5 の一方の端部にかけてバイアス磁石部 6 が設けられて、電氣的に接続され、1 個の巨大磁気抵抗素子 4 i が構成されている。

そして、同様にして残りの 4 個の帯状部 5、5、5、5 が 3 個のバイアス磁石部 6、6、6 によって直列に接続され、1 個の巨大磁気抵抗素子 4 j が構成されている。

【0033】

また、厚膜 11 の平坦部に設けられた X 軸センサ 2 および Y 軸センサ 3 をなす巨大磁気抵抗素子と同様に、これら帯状部 5、5、5、5 のうち、両外側の 2 個の帯状部 5、5 のバイアス磁石部 6 が接続されていない端部には、配線層 7、7 が接続され、この配線層 7、7 は、図示しないビア部に接続されている。この配線層 7 は、この例では巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部 6 をなすマグネット膜から構成されており、これによりバイアス磁石部 6 と配線層 7 を同時に作製することができる。

また、配線層 7 の端部もバイアス磁石部として機能させることができる。

【0034】

また、X 軸センサ 2 をなす巨大磁気抵抗素子および Y 軸センサ 3 をなす巨大磁気抵抗素子においては、図 2 に示すように、その感知軸は、帯状部 5 の長手方向に直交方向（図中の矢印の方向）で基板 1 の表面に平行に向けられている。また、帯状部 5 のピニング方向およびバイアス磁石部 6 のバイアス磁界の着磁方向は、帯状部 5 の長手方向に対して 30°～60 度、好ましくは 45 度で、基板 1 の表面に平行となっている。

【0035】

また、Z 軸センサ 4 をなす巨大磁気抵抗素子 4 i、4 j においては、図 6 に示すように、その感知軸は、帯状部 5 の長手方向に対して直交方向（図中の矢印の方向）で溝 8 の第二の斜面に平行でかつ第二の斜面の上向きに向けられている。また、帯状部 5 のピニング方向およびバイアス磁石部 6 のバイアス磁界の着磁方向は、帯状部 5 の長手方向に対して 30°～60 度、好ましくは 45 度で、溝 8 の第二の斜面に平行で第二の斜面の上向きとなっている。

【0036】

一方、Z 軸センサ 4 をなす巨大磁気抵抗素子 4 k、4 l においては、図 7 に示すように、その感知軸は、帯状部 5 の長手方向に対して直交方向（図中の矢印の方向）で溝 8 の第二の斜面に平行でかつ第二の斜面の下向きに向けられている。また、帯状部 5 のピニング方向およびバイアス磁石部 6 のバイアス磁界の着磁方向は、帯状部 5 の長手方向に対して 30°～60 度、好ましくは 45 度で、溝 8 の第二の斜面に平行で第二の斜面の下向きとなっている。

【0037】

このような感知軸方向を得るためには、マグネットアレイを基板上方から接近させた状態で、基板を 260°～290℃にて、3 時間～5 時間加熱する加熱処理を施せばよく、これは従来のピニング処理と同様である。

【0038】

通常の巨大磁気抵抗素子では、感知軸方向とピニング方向とは、ともに帯状部の長手方向に対して直交方向で、基板表面に平行とされている。一方、本発明では、上述のように、帯状部 5 の感知軸方向とピニング方向とを異ならせることによって、巨大磁気抵抗素子の耐強磁界性が向上することになる。

## 【0039】

図8は、上述のX軸センサ2をなす4個の巨大磁気抵抗素子2a、2b、2c、2d、Y軸センサ3をなす4個の巨大磁気抵抗素子3e、3f、3g、3h、および、Z軸センサ4をなす4個の巨大磁気抵抗素子4i、4j、4k、4lの結線方法を示すもので、各軸センサの4個の巨大磁気抵抗素子の出力をブリッジ結線したものが示されている。

## 【0040】

このようなブリッジ結線を行うことで、図1の座標軸のX軸、Y軸、Z軸の正方向に磁界を印加した時に、それぞれのX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4からの出力が増加し、逆方向に磁界を印加した時には、それぞれのX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4からの出力が低下する特性が得られることになる。

## 【0041】

また、図1ないし図7では、図示していないが、X軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4を構成するすべての巨大磁気抵抗素子を含む基板1全面には、窒化ケイ素などのパッシベーション膜、ポリイミドなどの保護膜が被覆されており、各センサは外界から保護されている。

## 【0042】

図9は、基板1に設けられたビア部の構造の一例を示すもので、図9において符号21aは、ビア部を構成するアルミニウムなどからなる導体部を示し、この導体部21aは、下層の配線部に電気的に接続されている。

この導体部21aの表面の周辺部は、上述の平坦化膜22、パッシベーション膜23、厚膜11で覆われている。厚膜11の端縁部は、図示のように傾斜面となっている。

## 【0043】

さらに、導体部21の表面の中央部分は、配線膜25で被覆されており、この配線膜25は、上述の巨大磁気抵抗素子の配線層7に接続されている。この配線膜25も配線層7と同様にバイアス磁石部6をなすマグネット膜から構成されており、バイアス磁石部6と同時に作製することができる。

## 【0044】

この配線膜25は、図示のように、厚膜11の端縁部において、階段状の段差が形成されている。この段差部分の隅部では、プロセス上、配線膜25の厚みが薄くなって断線のおそれがある。このため、この段差部分および中央部分を覆うように、配線膜25上に保護導体膜26が積層されている。

## 【0045】

この保護導体膜26としては、この例では、巨大磁気抵抗素子の帯状部5をなす巨大磁気抵抗素子膜が用いられており、これによれば帯状部5の作製と同時に配線膜25上に保護導体膜26を積層できる。これによって、配線膜25の断線のおそれを回避できることになる。

さらに、このようなビア部には、窒化ケイ素などのパッシベーション膜27、ポリイミドなどの保護膜28が被覆され、外界から保護されている。

## 【0046】

このような磁気センサにあっては、1枚の基板1に、X軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4が配置されているので、小型の三軸磁気センサとして機能する。また、溝8の第二の斜面の平坦性の良好な部分に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成することができ、感度に優れる磁気センサが得られる。

## 【0047】

ビア部の開口縁部でのバイアス磁石膜からなる配線膜25の上に巨大磁気抵抗素子膜からなる保護導体膜26が積層され、隅部での配線膜25の断線が生じるおそれが少なくなる。

さらに、帯状部5のピニング方向を、帯状部5の長手方向に対して30～60度としたことで、得られる巨大磁気抵抗素子の耐強磁界性が良好となる。

## 【0048】

## (磁気センサの製造方法)

次に、本発明に係る磁気センサの製造方法の一実施形態について説明する。

以下の説明においては、主に、上記の溝8、8、・・・の第二の斜面に形成されたZ軸センサ4を構成する巨大磁気抵抗素子、ビア部、パッド部の作製方法について説明する。

まず、基板1を用意する。この基板1は、上述のように、シリコンなどの半導体基板に磁気センサの駆動回路、信号処理回路などの半導体集積回路、配線層などが予め形成されたものである。

## 【0049】

図10(a)に示すように、この基板1には、その最上層の配線層の一部をなすビア部Aのアルミニウムなどからなる導体部21aと、パッド部Bのアルミニウムなどからなる導体部21bが設けられている。

## 【0050】

この基板1上に、まず平坦化膜31を成膜する。この平坦化膜31としては、例えば、プラズマCVD法による厚み300nmの酸化ケイ素膜、厚み600nmのSOG膜、トリエトキシシランを原料として製膜した厚み50nmの酸化ケイ素膜を順次積層したものなどが用いられる。

## 【0051】

次に、図10(b)に示すように、ビア部A、パッド部Bの導体部21a、21b上の平坦化膜31をエッチングにより取り除き、それらの導体部21a、21bを開口させる。

## 【0052】

さらに、図10(c)に示すように、基板1全面にパッシベーション膜32を成膜する。このパッシベーション膜32としては、例えば、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition; 化学気相成長) 法により形成され、下層をなす厚み250nmの酸化ケイ素膜33と、プラズマCVD法により形成され、上層をなす厚み600nmの窒化ケイ素膜34との積層膜などが用いられる。

## 【0053】

次いで、図10(d)に示すように、ビア部A、パッド部Bの導体部21a、21bの上方に堆積している窒化ケイ素膜34をエッチングにより除去する。この際、酸化ケイ素膜33は残し、窒化ケイ素膜34の除去の範囲は、平坦化膜31の開口幅よりも小さくする。このようにすることにより、ビア部Aおよびパッド部Bの開口部分において、平坦化膜31の端面が露出して、基板1に形成された配線層や半導体集積回路などに水分が侵入することが防止される。

## 【0054】

次いで、図11(a)に示すように、この上に厚み5 $\mu$ m程度のプラズマCVD法による酸化ケイ素からなる厚膜35を形成する。この厚膜35は、後述するように、上記の溝8、8、・・・が形成されるものである。

## 【0055】

次に、図11(b)に示すように、この厚膜35上に厚み3 $\mu$ m程度のレジスト膜36を全面に形成する。このレジスト膜36の一部をエッチング処理により除去して、レジストパターンを形成する。このレジストパターンは、溝形成部Cの各溝に相当する部分、ビア部Aおよびパッド部Bのみが開口するようにする。

## 【0056】

つぎに、図11(c)にあるように、残っているレジスト膜36に温度150℃、時間10分程度の加熱処理を施し、レジスト膜36を溶融させる。この加熱処理によりレジストが溶融し、溶融液の表面張力に起因して、図示のように、レジスト36膜の上面が盛り上がり、同時に端面が傾斜面となる。特に、溝形成部Cに対応する部分のレジスト膜36では、断面形状が山状となって、その高さが約5 $\mu$ m程度に盛り上がる。

## 【0057】

この後、レジストと酸化ケイ素とのエッチング選択比がほぼ1対1となるような条件で

レジスト膜 36 と厚膜 35 に対してドライエッチングを行う。

このドライエッチング条件は、以下の通りである。

例えば、 $\text{CF}_4 / \text{CHF}_3 / \text{N}_2 / \text{O}_2 = 60 / 180 / 10 / 100$  の混合ガスを用い、ガス圧 400 mT、RF パワー 750 W、電極温度 15℃ とする。

【0058】

このドライエッチングの際に、図 12 (a) に示すように、ビア部 A およびパッド部 B では、その開口の広さがパッシベーション膜 32 の開口の広さよりも大きくならないようにする。

この後、厚膜 35 上に残っているレジスト膜 36 を除去する。

【0059】

これにより、図 12 (a) に示すように、厚膜 35 の溝形成部 C には、溝 8、8、... が形成される。

上述のようなドライエッチングにより厚膜 35 に形成される溝 8 の斜面は、その途中で折れ曲がった連続する窒化ケイ素膜 34 側の第二の斜面と、溝 8 の頂部側の第一の斜面とからなっている。

【0060】

溝 8 の斜面は、第二の斜面と窒化ケイ素膜 34 とのなす角、すなわち、第二の斜面と上記の基板 1 とのなす角を  $\theta_1$  ( $0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ )、第一の斜面と窒化ケイ素膜 34 とのなす角、すなわち、第一の斜面と上記の基板 1 とのなす角を  $\theta_2$  ( $0^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ ) とすると、 $\theta_1 > \theta_2$  の関係を満たすような形状をなしている。

【0061】

そこで、本発明では、基板 1 とのなす角  $\theta_1$  が大きい第二の斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 を設ける。

角  $\theta_1$  および角  $\theta_2$  の大きさは、溝 8 を形成する際のエッチング条件によって変動するが、角  $\theta_1$  の大きさはできる限り大きいことが望ましく、 $90^\circ$  に近いことが好ましい。

【0062】

このように、基板 1 とのなす角を  $\theta_1$  が大きい第二の斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 を設けることにより、Z 軸センサを感知軸の向きが揃った、感度の高いものとすることができる。

【0063】

さらに、図 12 (b) に示すように、ビア部 A の導体部 21a を覆っている厚膜 35 および酸化ケイ素膜 33 をエッチングにより取り除き、導体部 21a を露出する。

【0064】

次いで、基板 1 全面に、巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部 6 となるマグネット膜をスパッタリングにより成膜し、レジストワーク、エッチングにより不要部分を除去し、図 12 (c) に示すように、溝 8、8、... の第二の斜面上にバイアス磁石部 6 を形成し、これと同時にビア部 A の導体部 21a 上に配線膜 25 を形成し、この配線膜 25 と巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部 6 とを繋ぐ配線層 7 を形成する。

【0065】

このマグネット膜には、先に述べたとおりの多層金属薄膜が用いられる。

この際に、厚膜 35 の平坦面にも、X 軸センサ 2、Y 軸センサ 3 を構成する各巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部 6 とこれの配線層 7 も形成する。

【0066】

このバイアス磁石部 6 の形成のためのレジストワークの際に、溝 8 の第二の斜面でのマグネット膜のエッチングを適切に行うため、パターン形成後のレジスト膜に加熱処理を施して、レジスト膜の端面を傾斜面とすることが好ましい。

【0067】

次いで、この上に巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 となる巨大磁気抵抗素子膜をスパッタリングにより全面に成膜する。この巨大磁気抵抗素子膜としては、先に述べた通りの多層金属薄膜が用いられる。

さらに、この状態の基板1をマグネットアレイ上にセットして、温度260～290℃にて、3時間～5時間の熱処理を施し、巨大磁気抵抗素子膜に対して、ピニング処理を施す。

#### 【0068】

この後、巨大磁気抵抗素子膜に対してレジストワーク、エッチングを行い、不要部分を除去して、図13(a)に示すように、溝8、8、・・・の第二の斜面上に帯状部5、5、・・・を形成し、巨大磁気抵抗素子を作製する。これにより、Z軸センサ4が完成する。

#### 【0069】

同時にビア部Aの導体部21a上に先に形成されたマグネット膜からなる配線膜25上にも巨大磁気抵抗素子膜を残し、保護導体膜26とする。これにより図8に示すビア部Aの構造が得られる。

さらに、これと同時に、厚膜35の平坦面にも、帯状部5を形成し、巨大磁気抵抗素子を作製する。これによりX軸センサ2と、Y軸センサ3が完成する。

#### 【0070】

次いで、図13(b)に示すように、プラズマCVD法による厚み1μmの窒化ケイ素膜からなるパッシベーション膜27を成膜し、さらにこの上にポリイミドからなる保護膜28を設ける。さらに、この保護膜28、パッシベーション膜27のうち、パッド部Bにある部分を除去し、開口する。

#### 【0071】

次いで、図13(c)に示すように、保護膜28をマスクとして、エッチングを行い、パッド部Bの導体部28を覆っている酸化ケイ素膜33と厚膜35を除去し、パッド部Bの導体部21bを露出させて、目的とする磁気センサを得る。

#### 【0072】

このような磁気センサの製造方法によれば、1枚の基板にX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4を作製することができる上に、これと同時にビア部、パッド部も作製することができ、一連の連続したプロセスで小型の三軸磁気センサを一挙に製造することが可能になる。また、溝8、8、・・・の斜面をなす第二の斜面に巨大磁気抵抗素子膜の帯状部5、5、・・・を設けることにより、帯状部5の表面は、より均一な平坦面をなし、その結果として、磁気センサをZ軸センサの感知軸の向きが揃った、感度の高いものとすることができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0073】

本発明は、携帯電話をはじめとして、様々な携帯型電子機器に搭載する電子コンパスにも適用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0074】

【図1】本発明の磁気センサの一例を示す概略平面図である。

【図2】本発明でのGMRの例を示す概略平面図である。

【図3】本発明でのZ軸センサを構成するGMRの例を示す概略平面図である。

【図4】本発明でのZ軸センサを構成するGMRの例を示す概略断面図である。

【図5】図4の破線で囲んだ部分の拡大図である。

【図6】本発明でのZ軸センサを構成するGMRの例を示す概略斜視図である。

【図7】本発明でのZ軸センサを構成するGMRの他の例を示す概略斜視図である。

【図8】本発明での各軸センサをなすGMRの結線方法の例を示す説明図である。

【図9】本発明の磁気センサのビア部の構造の例を示す概略断面図である。

【図10】本発明の磁気センサの製造方法の一実施形態を工程順に示す概略断面図である。

【図11】本発明の磁気センサの製造方法の一実施形態を工程順に示す概略断面図である。

【図 1 2】本発明の磁気センサの製造方法の一実施形態を工程順に示す概略断面図である。

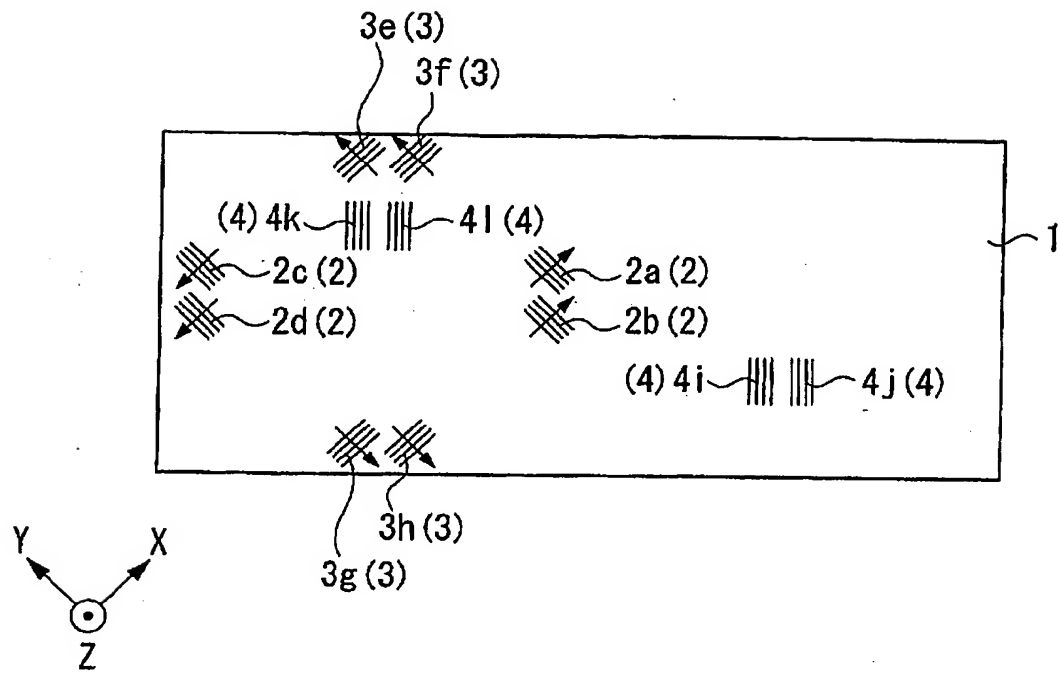
【図 1 3】本発明の磁気センサの製造方法の一実施形態を工程順に示す概略断面図である。

【符号の説明】

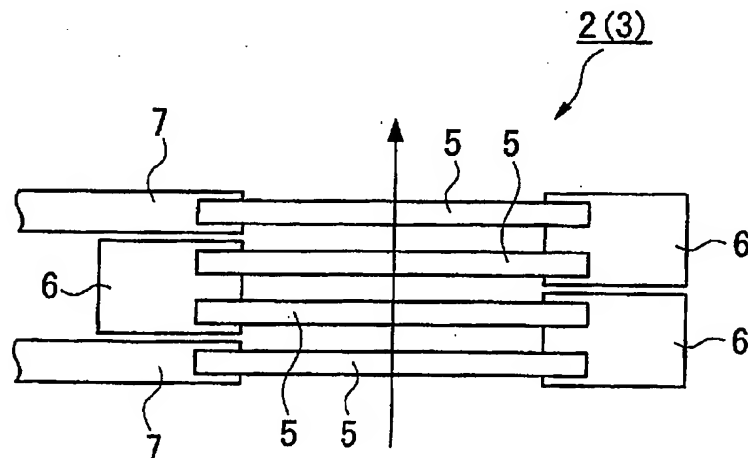
【0075】

1・・・基板、2・・・X軸センサ、3・・・Y軸センサ、5・・・帯状部、6・・・バイアス磁石部、7・・・配線層、A・・・ビア部、B・・・パッド部、8・・・溝、21a, 21b・・・導体部、25・・・配線膜、27・・・パッシベーション膜、28・・・保護膜、31・・・平坦化膜、32・・・パッシベーション膜、33・・・酸化ケイ素膜、34・・・窒化ケイ素膜、35・・・厚膜、36・・・レジスト膜。

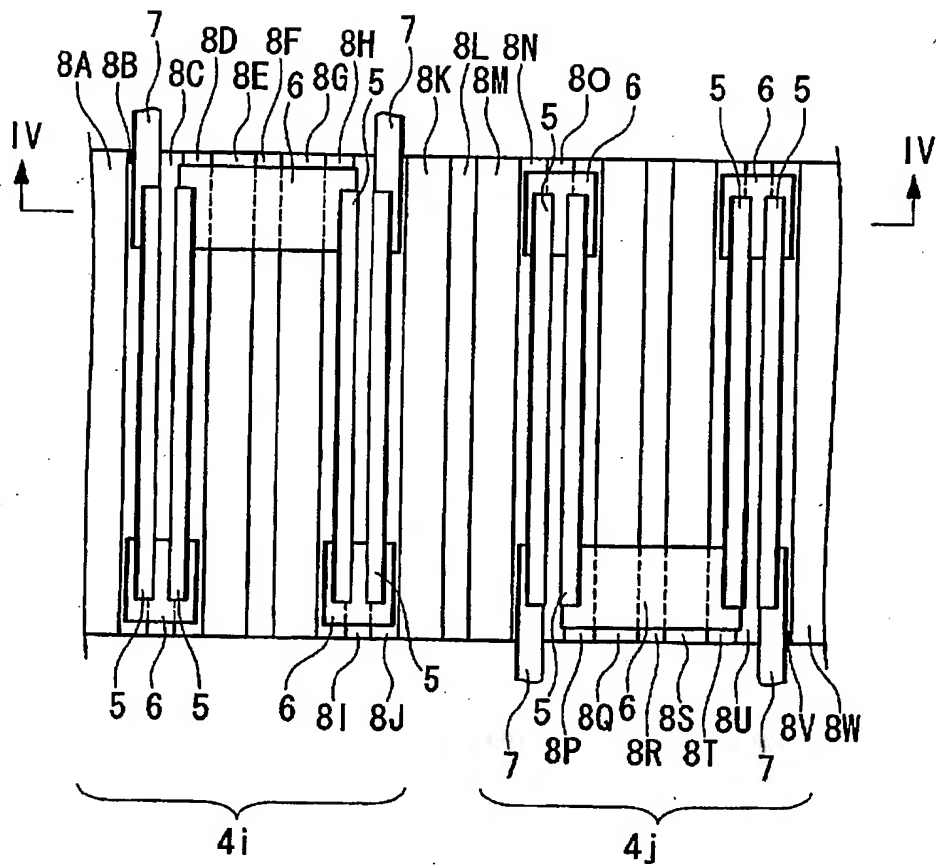
【書類名】 図面  
【図 1】



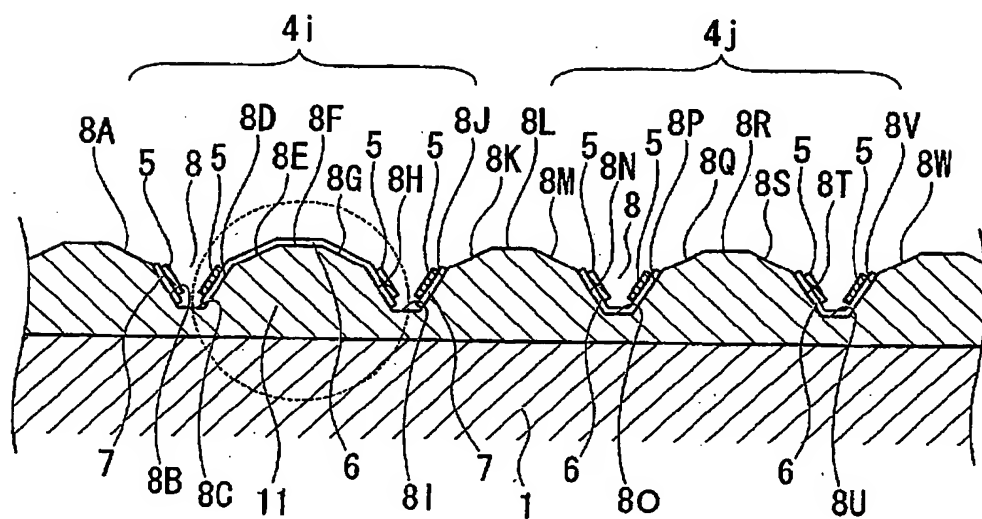
【図 2】



【図 3】

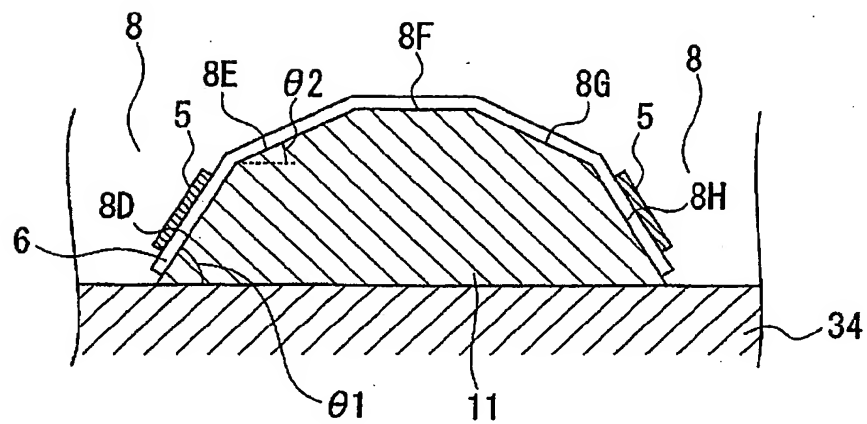


【図 4】

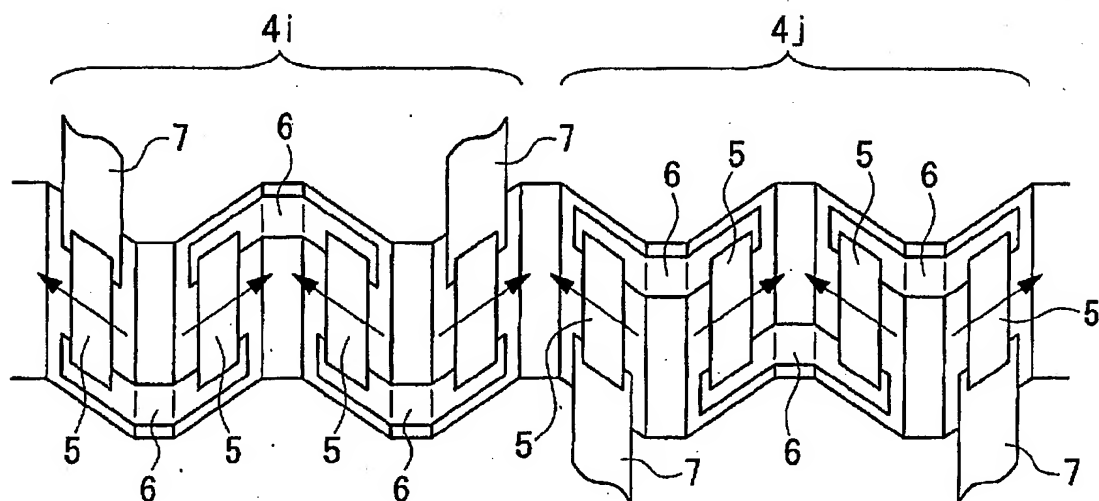




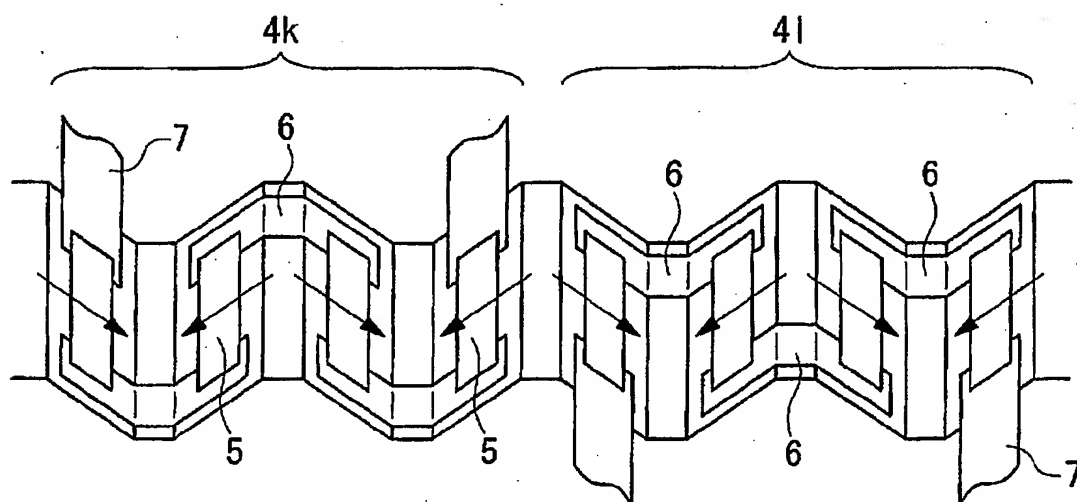
【図 5】



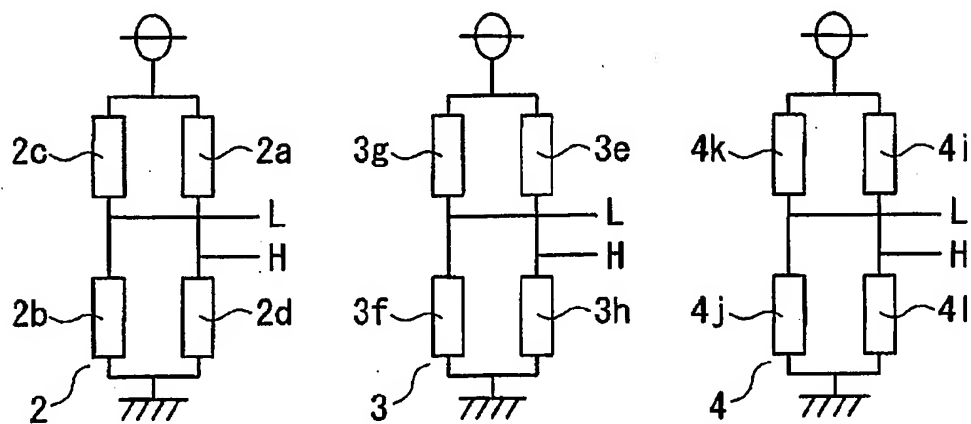
【図 6】



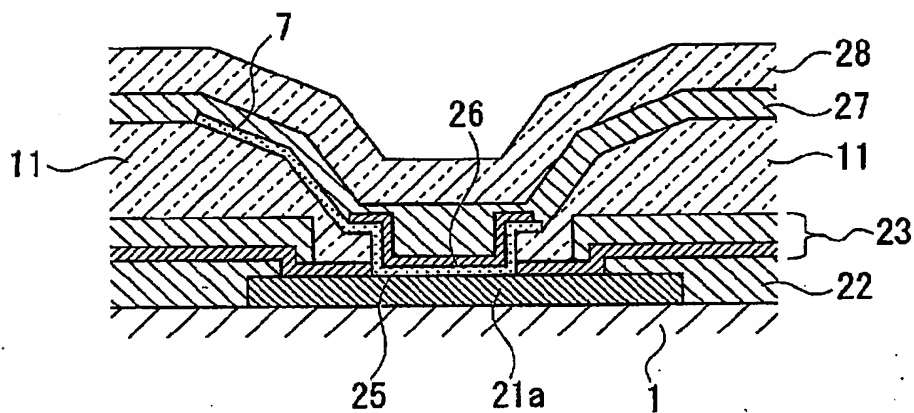
【図 7】



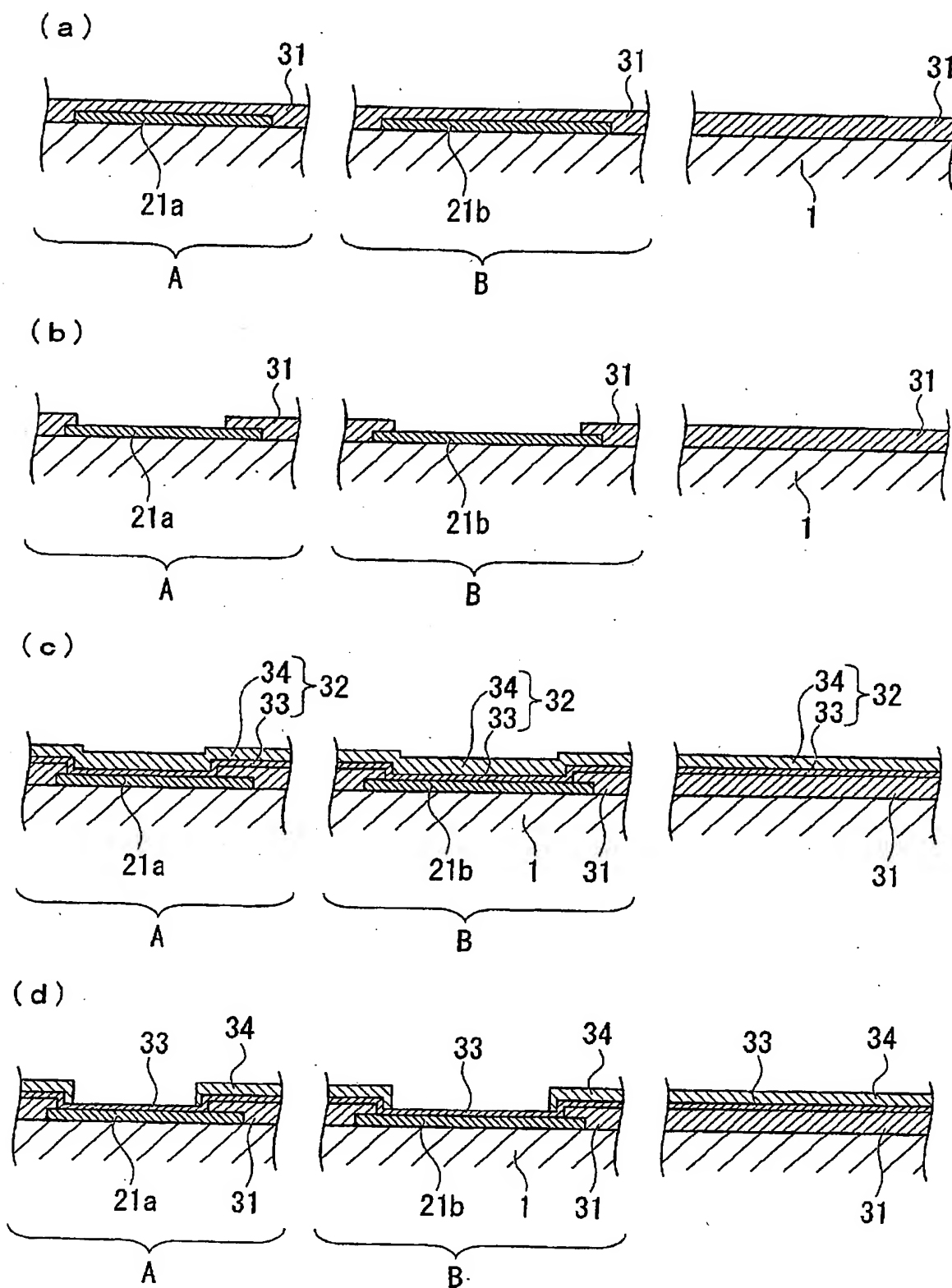
【図 8】



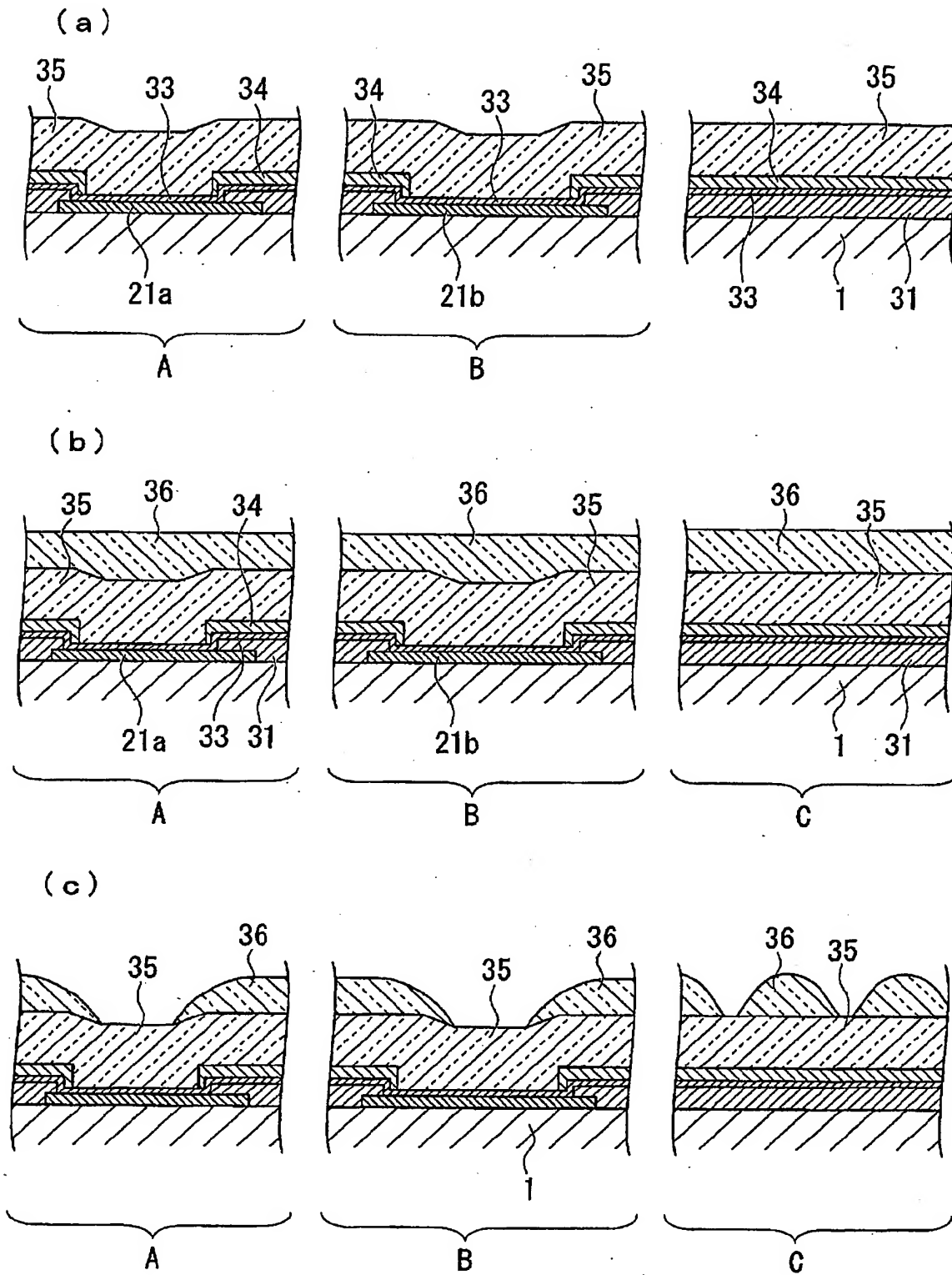
【図 9】



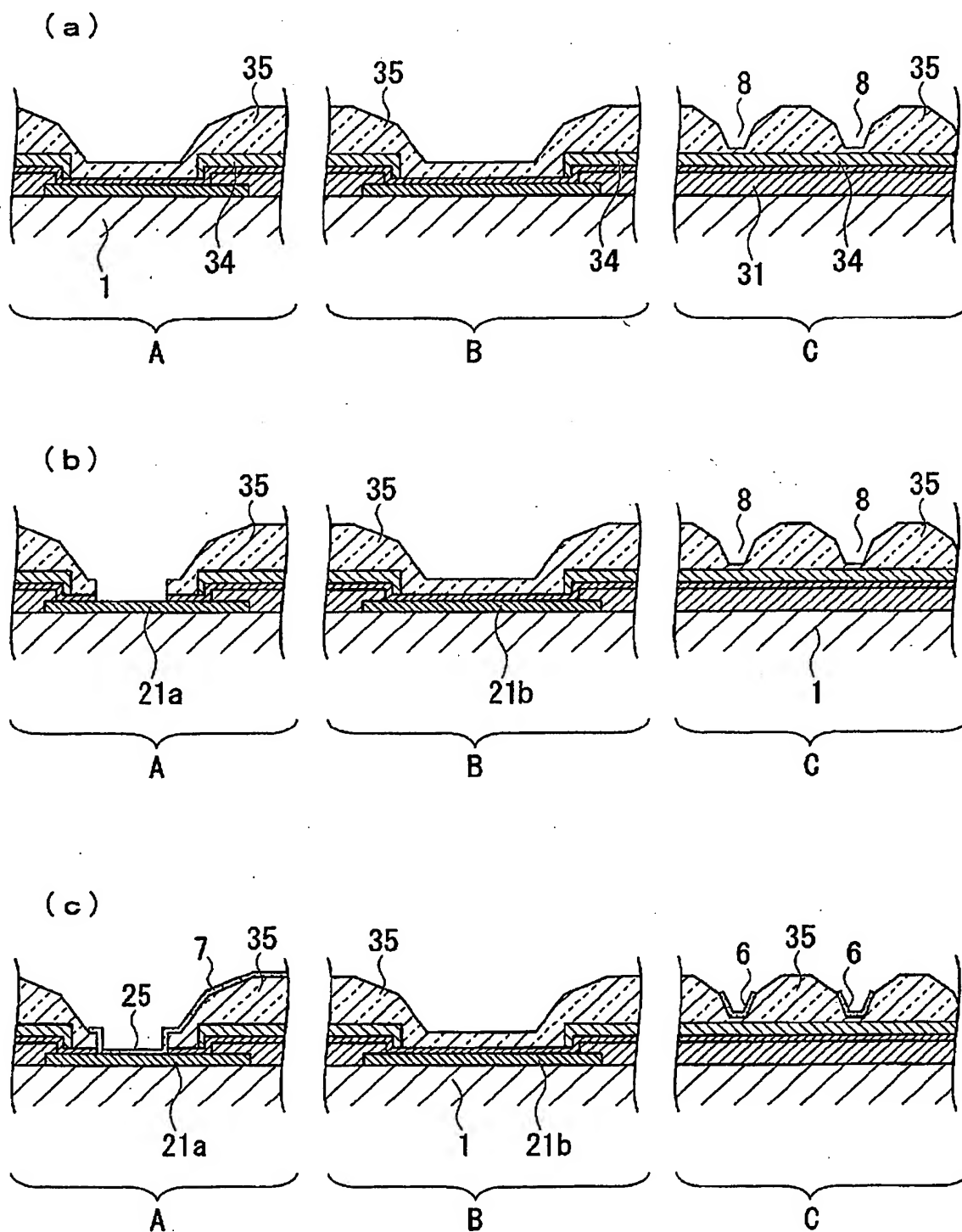
【図 10】



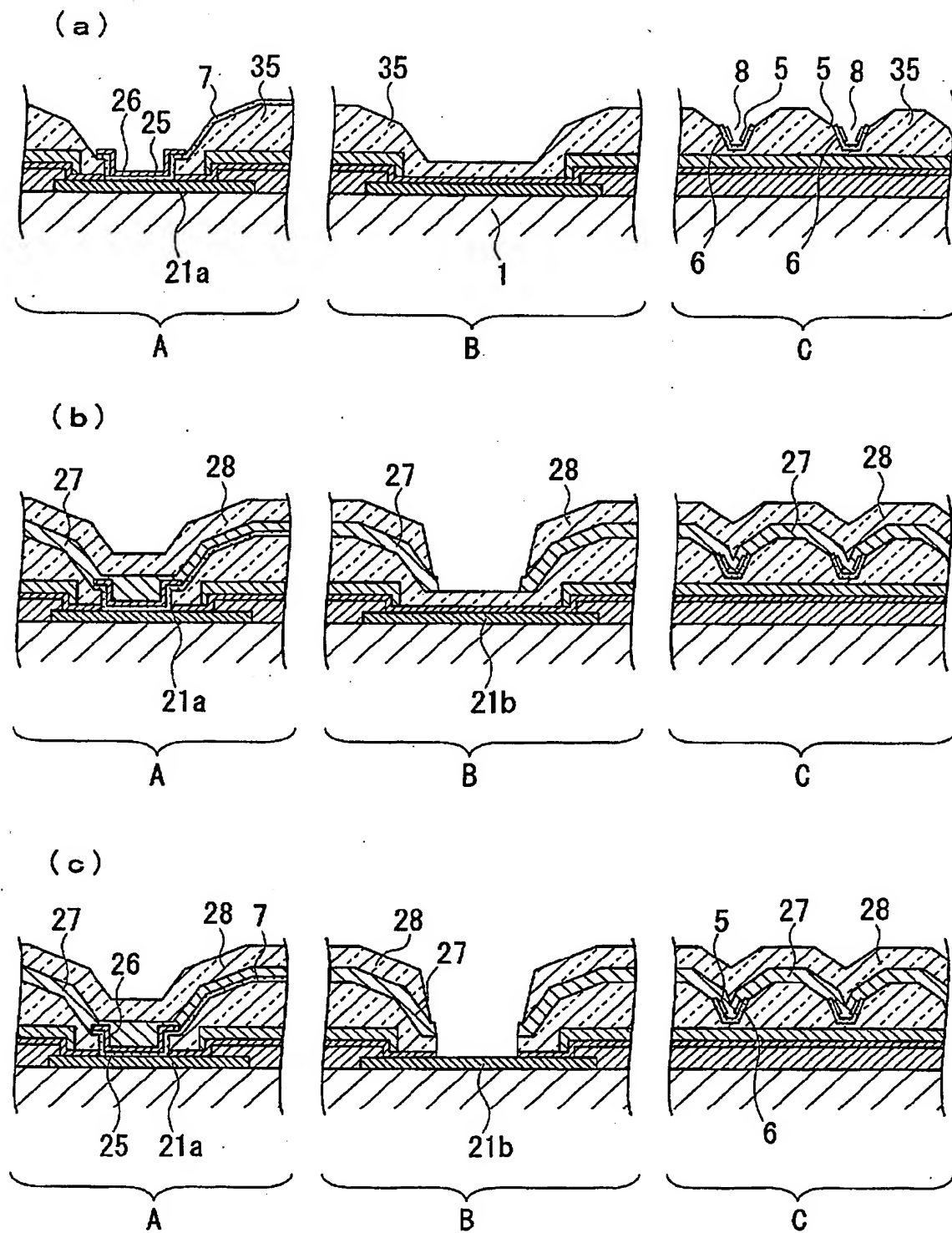
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】同様に一枚の基板に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置し、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気センサを得る。

【解決手段】基板1上に形成された厚膜の平坦面に、X軸センサを構成する4個のGMR素子2a～2dとY軸センサを構成する4個のGMR素子3e～3hを配置する。Z軸センサは、厚膜の一部をエッチングして形成した複数の溝の斜面に形成した4個のGMR素子4i～4lで構成する。

【選択図】図1

特願 2005-350487

出願人履歴情報

識別番号

[000004075]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市中沢町10番1号

氏 名

ヤマハ株式会社